

**Emisi gas buang – Sumber tidak bergerak –
Bagian 19: Cara uji *Total Reduced Sulfur* (TRS)
secara turbidimetri dengan alat spektrofotometer**



© BSN 2009

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Mangala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Istilah dan definisi	1
3 Cara uji	2
4 Pengendalian mutu	7
Lampiran A (normatif) Tekanan uap jenuh	8
Lampiran B (informatif) Hasil validasi metode	9
Lampiran C (normatif) Pelaporan	10
Bibliografi	11
 Tabel A.1 – Tekanan uap air jenuh.....	 8
 Gambar 1 – Rangkaian peralatan pengambil contoh uji TRS	 4

Prakata

Dalam rangka menyeragamkan teknik penentuan dan pengambilan contoh uji gas buang dari sumber tidak bergerak maka disusun Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk pengujian parameter-parameter kualitas udara.

SNI *Emisi gas buang – Sumber tidak bergerak – Bagian 19: Cara uji Total Reduced Sulfur (TRS) secara turbidimetri dengan alat spektrofotometer* disusun melalui modifikasi dengan metode terjemahan dari *Japan Industrial Standard JIS K 0103 Handbook 1999. Methods for determination of sulphur oxides in flue gas. Japan Standard Association* dan *Method 16A – US EPA. Determination of Total Reduced Sulfur Emissions from Stationary Sources (Impinger Technique)*. SNI ini telah melalui uji coba di laboratorium pengujian dalam rangka validasi metode dan dikonsensuskan oleh Sub Panitia Teknis 13-03-S2, *Kualitas Udara* yang mewakili pihak produsen, konsumen, ilmuwan dan instansi teknis dari Panitia Teknis 13-03, *Kualitas Lingkungan dan Manajemen Lingkungan* pada tanggal 22 Agustus 2007 di Serpong serta telah melalui jajak pendapat pada tanggal 23 Desember 2008 sampai dengan 23 Maret 2009. Kemudian SNI ini telah melalui tahap pemungutan suara pada tanggal 24 Juni 2009 sampai dengan 24 September 2009, dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.



Emisi gas buang – Sumber tidak bergerak – Bagian 19: Cara uji *Total Reduced Sulfur (TRS)* secara turbidimetri dengan alat spektrofotometer

1 Ruang lingkup

Standar ini digunakan untuk penentuan *Total Reduced Sulfur (TRS)* yang diukur sebagai SO_2 dalam gas buang sumber tidak bergerak menggunakan metode turbidimetri dengan kadar 5 ppm sampai 300 ppm (14 mg/Nm^3 sampai 860 mg/Nm^3).

Adapun metoda ini dapat digunakan apabila dalam aliran gas buang terkandung paling tidak 1% oksigen yang dibutuhkan untuk oksidasi sempurna TRS menjadi SO_2 .

Lingkup pengujian meliputi:

1. Cara pengambilan (*scrubbing*) oksida-oksida sulfur dalam contoh uji;
2. Konversi TRS menjadi sulfur dioksida menggunakan tungku oksidasi;
3. Cara pengambilan contoh uji gas TRS sebagai SO_2 dengan menggunakan larutan penjerap;
4. Cara perhitungan volume contoh uji gas yang diserap;
5. Cara penentuan kadar gas TRS sebagai SO_2 .

2 Istilah dan definisi

2.1

blanko analitik lapangan

larutan penjerap yang diperlakukan sebagai kontrol kontaminasi selama pengambilan contoh dan dalam perjalanan

2.2

emisi (gas buang)

zat, energi, dan atau komponen lain yang dihasilkan dari kegiatan yang masuk atau dimasukkan ke udara ambien

2.3

kurva kalibrasi

grafik yang menyatakan hubungan antara kadar larutan standar dengan hasil pembacaan serapan sesuai hukum *Lambert-Beer* dan merupakan suatu garis lurus

2.4

larutan induk

larutan standar kadar tinggi yang digunakan untuk membuat larutan standar kadar lebih rendah

2.5

larutan pencuci

larutan yang digunakan untuk menghilangkan gas-gas yang terperangkap di dalam pipa pengambil contoh uji

2.6

larutan penjerap (absorben)

larutan yang dapat menyerap analat

2.7

larutan standar

larutan dengan kadar yang telah diketahui untuk digunakan sebagai pembanding di dalam pengujian

2.8

mg/Nm³

satuan ini dibaca sebagai miligram per normal meter kubik, notasi N menunjukkan satuan volum hisap kering gas buang, dikoreksi pada kondisi normal (25 °C, 760 mmHg)

2.9

TRS

Total Reduced Sulfur (TRS) adalah senyawa sulfur yang terdiri dari hidrogen sulfida, dimetil disulfida, dimetil sulfida dan metil merkaptan yang dihasilkan dalam proses di industri-industri seperti pulp dan kertas dan industri-industri minyak dan gas bumi yang diemisikan dari sumber tidak bergerak

2.10

turbidimetri

metode pengukuran contoh berdasarkan kekeruhan yang diukur dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang tertentu

3 Cara uji (penomoran bab berantakan)

3.1 Prinsip

Gas buang yang mengandung oksida-oksida sulfur ditangkap dengan larutan bufer sitrat, TRS yang tidak terjerap dioksidasi menggunakan tungku oksidasi (*oxidation furnace*) menjadi SO₂. Gas SO₂ yang terbentuk dijerap dalam larutan H₂O₂ membentuk asam sulfat (H₂SO₄). H₂SO₄ yang terbentuk direaksikan dengan barium klorida membentuk barium sulfat. Kadar sulfat ditentukan secara turbidimetri pada panjang gelombang 420 nm.

3.2 Pengganggu

- Karbonil sulfida (COS) dalam jumlah yang signifikan dapat mengakibatkan bias positif.
- Kalsium karbonat (CaCO₃) dapat mengakibatkan bias negatif apabila terbawa sampai ke larutan bufer sitrat, dimana pH akan naik dan gas H₂S terserap. Lebih jauh, kalsium yang terkandung dalam CaCO₃ yang masuk ke dalam penyerap H₂O₂, akan mengendapkan ion sulfat.

CATATAN 1 Untuk menghindari gangguan dari CaCO₃ diperlukan pemasangan filter sebelum rangkaian botol penjerap.

CATATAN 2 Apabila melakukan pengukuran TRS pada proses tanur semen, perlu dilakukan pengukuran karbonil disulfida secara terpisah.

3.3 Bahan

3.3.1 Larutan penjerap hidrogen peroksida (H_2O_2)

- masukkan 100 mL H_2O_2 30 % w/v ke dalam labu ukur 1000,0 mL;
- encerkan dengan air suling sampai tanda tera;
- simpan dalam botol berwarna gelap di tempat dingin (*cool box*).

CATATAN Larutan penjerap ini dibuat segar sebelum digunakan.

3.3.2 Larutan bufer sitrat (*Citrate buffer*)

- larutkan 300 g kalium sitrat (atau 284 g natrium sitrat) dan 41 g asam sitrat anhidrat ke dalam labu ukur 1000,0 mL;
- encerkan dengan air suling sampai tanda tera;
- atur pH pada kisaran 5,4 hingga 5,6 dengan kalium sitrat atau asam sitrat.

3.3.3 Larutan natrium klorida (NaCl)

- masukkan air suling 100 mL kedalam gelas piala 1000 mL kemudian tambahkan 20 mL HCl pekat (36,5% b/v);
- timbang 240 g NaCl dan masukkan ke dalam larutan butir a);
- tambahkan air suling hingga volume larutan 1000 mL, dan homogenkan;
- simpan dalam botol pereaksi.

3.3.4 Larutan gliserol ($\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$) (1+1)

Campurkan 100 mL gliserol dengan 100 mL air suling dalam gelas piala 250 mL, lalu homogenkan.

3.3.5 Serbuk barium klorida (BaCl_2)

Haluskan $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ hingga menjadi serbuk halus.

3.3.6 Larutan induk sulfat 1,0 mg SO_4^{2-} /mL

- larutkan $\pm 0,1479$ g Na_2SO_4 ke dalam labu ukur 100,0 mL;
- encerkan dengan air suling sampai tanda tera lalu homogenkan ($\approx 1,0$ mg SO_4^{2-} /mL);
- hitung kembali kadar sesungguhnya berdasarkan hasil penimbangan.

CATATAN Larutan ini dapat dibuat dari larutan standar sulfat siap pakai.

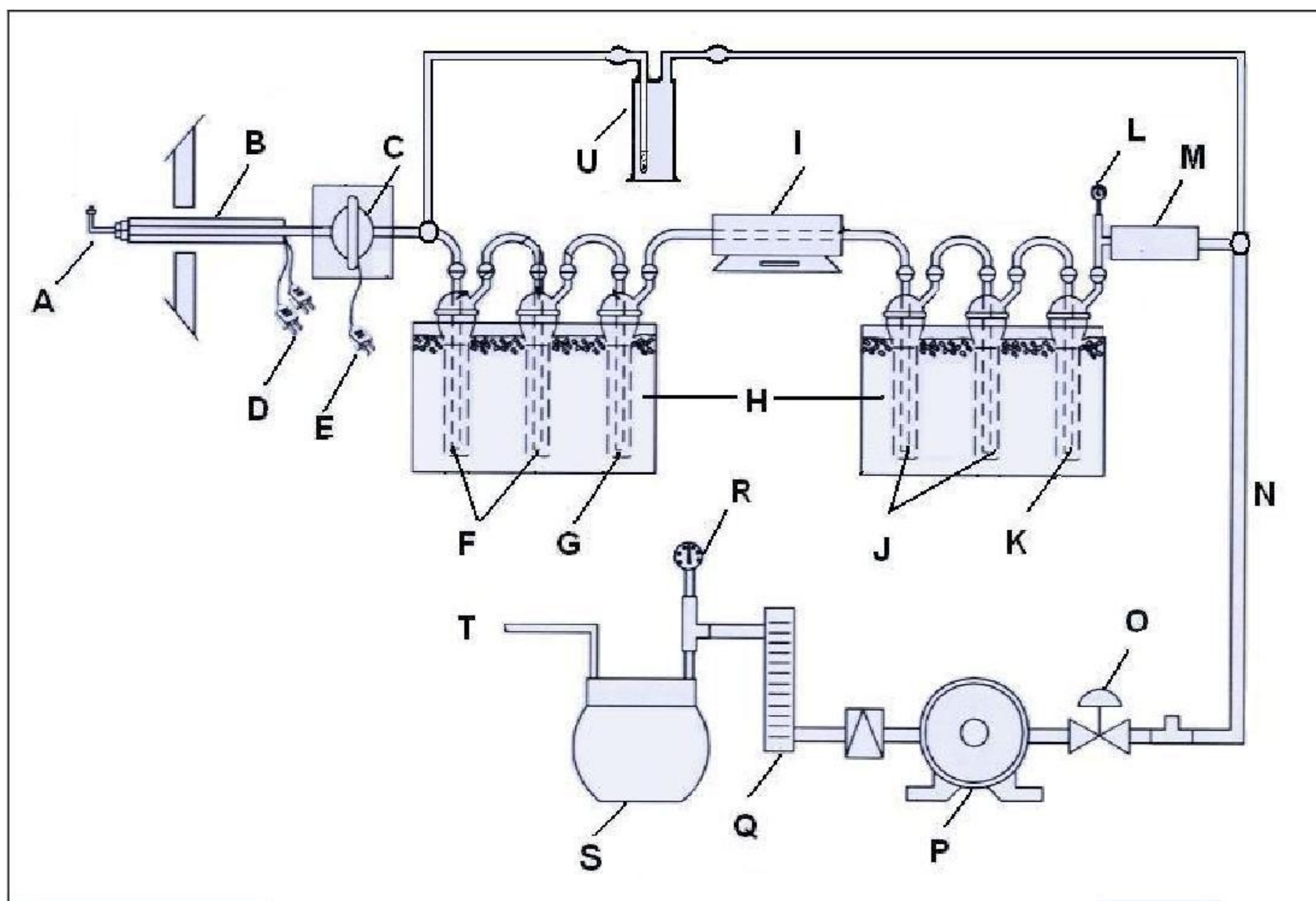
3.3.7 Larutan baku sulfat 0,2 mg SO_4^{2-} /mL

- pipet 50 mL larutan induk Na_2SO_4 1,0002 mg SO_4^{2-} /mL dan masukkan ke dalam labu ukur 250,0 mL.
- encerkan dengan air suling sampai tanda tera lalu homogenkan.

3.4 Peralatan

- rangkaian peralatan pengambil contoh uji TRS seperti pada Gambar 1;
- probe: teflon tubing* Ø 6,4 mm ($\frac{1}{4}$ in) terbungkus dengan lilitan serat tahan panas;
- termokopel*;
- teflon elbow* 6,4 mm ($\frac{1}{4}$ in);
- labu ukur 100,0 mL, dan 250,0 mL;

- f) pipet volum 5,0 mL, 10,0 mL, 15,0 mL, 20,0 mL, 25,0 mL dan 50,0 mL;
- g) gelas ukur 100 mL;
- h) gelas piala 100 mL dan 500 mL;
- i) tabung uji 50 mL;
- j) spektrofotometer visibel;
- k) timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg;
- l) kaca arloji;
- m) oven;
- n) desikator;
- o) mortar; dan
- p) alu



Keterangan Gambar:

A	adalah	Glass probe tip	K	adalah	Kosong (bisa ada/tidak)
B	adalah	Glass probe liner	L	adalah	Temperature sensor
C	adalah	Glass filter holder	M	adalah	Silika gel
D	adalah	Pemanas probe	N	adalah	Jalur vakum (<i>vacuum line</i>)
E	adalah	Pemanas filter	O	adalah	kran utama pompa vakum
F	adalah	<i>Impinger</i> bufer sitrat	P	adalah	Pompa vakum
G	adalah	Kosong (bisa ada/tidak)	Q	adalah	<i>Flow meter</i>
H	adalah	Bak isi es batu	R	adalah	tekanan gas meter
I	adalah	Tungku oksidasi	S	adalah	<i>Wet gas meter</i>
J	adalah	<i>Impinger</i> H ₂ O ₂ 3%	T	adalah	ke orifis
			U	adalah	<i>Impinger</i> larutan pencuci

Gambar 1 - Rangkaian peralatan pengambil contoh uji TRS

3.5 Pengambilan contoh uji

- a) susun peralatan pengambilan contoh uji seperti pada Gambar 1;
- b) masukkan 50 mL larutan *scruber* buffer sitrat ke kedua botol penjerap F, serta 50 mL larutan penjerap H₂O₂ ke dua botol penjerap J. Adapun botol G dan K dibiarkan kosong;

- c) masukkan pipa pengambil contoh uji ke dalam cerobong, panaskan sampai suhu $\pm 160^{\circ}\text{C}$. Pertahankan temperatur pipa selama pengambilan contoh uji;
- d) panaskan tungku oksidasi sampai suhu $800^{\circ}\text{C} \pm 100^{\circ}\text{C}$;
- e) arahkan aliran gas buang (katup T1) ke posisi pencucian hingga aliran akan melalui botol pencuci;
- f) hidupkan pompa penghisap udara dan atur laju alir antara 1 L/menit sampai 2 L/menit, matikan pompa setelah 5 menit atau cukup untuk mencuci seluruh perpipaan yang dilalui contoh uji penjerap;
- g) arahkan aliran gas buang (katup T1) ke posisi pengambilan contoh uji atau rangkaian;
- h) catat penunjukkan awal pada gas meter V1 (L);
- i) hidupkan pompa dan lakukan pengambilan contoh uji selama 1 sampai 3 jam dengan mengatur laju alir gas meter pada 2 L/menit ($\pm 10\%$);
- j) catat rata-rata temperatur dan tekanan pada gas meter saat pengambilan contoh;
- k) matikan pompa, tutup aliran gas dan catat penunjukan akhir pada gas meter V2 (L).

3.6 Persiapan pengujian

3.6.1 Pembuatan kurva kalibrasi

- a) Buat deret larutan kerja sulfat dengan 1 (satu) blanko dan minimal 5 (lima) kadar yang berbeda secara proporsional dan berada pada rentang pengukuran dalam tabung uji 100 mL atau labu ukur 50,0 mL;
- b) tambahkan air suling sampai volume 50 mL;

CATATAN Bila menggunakan labu ukur pindahkan ke dalam wadah gelas lainnya.

- c) tambahkan 10 mL larutan gliserol (1+1) dan 5 mL larutan natrium klorida, lalu kocok;
- d) tambahkan 0,3 g $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan kocok selama 1 menit;
- e) biarkan selama 4 menit dan aduk kembali dengan baik selama 15 detik;
- f) masukkan ke dalam kuvet dan baca absorbansi masing-masing standar dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm;
- g) buat kurva kalibrasi antara absorbansi dengan jumlah ion sulfat (mg).

3.6.2 Persiapan contoh uji

- a) pindahkan larutan yang berisi contoh uji dari kedua botol penjerap (botol J) ke dalam labu ukur 250,0 mL;
- b) bilas botol penjerap dengan sedikit air suling dan masukkan ke dalam labu ukur di atas, encerkan dengan air suling sampai tanda tera lalu homogenkan;
- c) siapkan 100 mL larutan penjerap gas ke dalam labu ukur 250,0 mL, encerkan dengan air suling sampai tanda tera lalu homogenkan. Larutan ini digunakan sebagai blanko lapangan.

3.7 Pengujian

- a) pipet 50 mL larutan contoh uji pada langkah 3.5.2 butir b) ke dalam tabung uji;
- b) pipet 50 mL larutan blanko pada langkah 3.5.2 butir c) ke dalam tabung uji;
- c) lakukan langkah 3.6.1 butir c) sampai e) terhadap contoh uji dan blanko;
- d) masukkan ke dalam kuvet dan catat absorbansi contoh uji kemudian hitung kadar contoh uji dengan menggunakan kurva kalibrasi.

3.8 Perhitungan

3.8.1 Volum contoh uji gas yang diambil

$$V_s = V \times \frac{298}{273 + t_m} \times \frac{(P_a + P_m - P_v)}{760} \quad (1)$$

- arahkan aliran gas buang (katup T1) ke posisi pengambilan contoh uji atau rangkaian;
- catat penunjukan awal pada gas meter V1 (L);
- hidupkan pompa dan lakukan pengambilan contoh uji selama 1 sampai 3 jam dengan mengatur laju alir gas meter pada 2 L/menit ($\pm 10\%$);
- catat rata-rata temperatur dan tekanan pada gas meter saat pengambilan contoh;
- matikan pompa, tutup aliran gas dan catat penunjukan akhir pada gas meter V2 (L).

3.9 Persiapan pengujian

3.9.1 Pembuatan kurva kalibrasi

- Buat deret larutan kerja sulfat dengan 1 (satu) blanko dan minimal 5 (lima) kadar yang berbeda secara proporsional dan berada pada rentang pengukuran dalam tabung uji 100 mL atau labu ukur 50,0 mL;
- tambahkan air suling sampai volume 50 mL;

CATATAN Bila menggunakan labu ukur pindahkan ke dalam wadah gelas lainnya.

- tambahkan 10 mL larutan gliserol (1+1) dan 5 mL larutan natrium klorida, lalu kocok;
- tambahkan 0,3 g $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan kocok selama 1 menit;
- biarkan selama 4 menit dan aduk kembali dengan baik selama 15 detik;
- masukkan ke dalam kuvet dan baca absorbansi masing-masing standar dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm;
- buat kurva kalibrasi antara absorbansi dengan jumlah ion sulfat (mg).

3.9.2 Persiapan contoh uji

- pindahkan larutan yang berisi contoh uji dari kedua botol penjerap (botol J) ke dalam labu ukur 250,0 mL;
- bilas botol penjerap dengan sedikit air suling dan masukkan ke dalam labu ukur di atas, encerkan dengan air suling sampai tanda tera lalu homogenkan;
- siapkan 100 mL larutan penjerap gas ke dalam labu ukur 250,0 mL, encerkan dengan air suling sampai tanda tera lalu homogenkan. Larutan ini digunakan sebagai blanko lapangan.

3.10 Pengujian

- pipet 50 mL larutan contoh uji pada langkah 3.9.2 butir b) ke dalam tabung uji;
- pipet 50 mL larutan blanko pada langkah 3.9.2 butir c) ke dalam tabung uji;
- lakukan langkah 3.9.1 butir c) sampai e) terhadap contoh uji dan blanko;
- masukkan ke dalam kuvet dan catat absorbansi contoh uji kemudian hitung kadar contoh uji dengan menggunakan kurva kalibrasi.

3.11 Perhitungan

3.11.1 Volum contoh uji gas yang diambil

$$V_s = V \times \frac{298}{273 + t_m} \times \frac{(P_a + P_m - P_v)}{760} \quad (2)$$

Keterangan:

V_s adalah volum contoh uji gas yang dikoreksi pada kondisi normal (L) (basis kering);

V adalah volum dari pembacaan gas meter (L);

P_a adalah tekanan udara atmosfer (mmHg);

P_m adalah tekanan manometer dibaca pada gas meter (mmHg);

P_v adalah tekanan uap air jenuh pada temperatur gas meter (mmHg), lihat pada tabel Lampiran A;

t_m adalah temperatur pada gas meter ($^{\circ}\text{C}$).

CATATAN Apabila digunakan *dry gas meter* tidak dilakukan koreksi terhadap tekanan uap air ($P_v = 0$)

3.11.2 Kadar TRS sebagai SO_2 dalam gas buang sumber tidak bergerak

Perhitungan kadar TRS dihitung sebagai sulfur dioksida (SO_2) menggunakan rumus berikut:

$$C = \frac{64}{96} \times \frac{(A - B) \times \frac{250}{v}}{V_s} \times 1000 \quad (3)$$

Keterangan:

C adalah kadar TRS sebagai sulfur dioksida (mg/Nm^3)

A adalah jumlah ion sulfat yang di dapat dari kurva kalibrasi (mg SO_4^{2-})

B adalah umlah ion sulfat yang di dapat dari uji blanko (mg SO_4^{2-})

V_s adalah volume contoh uji dalam keadaan kering pada 25°C , 760 mm Hg (L)

v adalah volume yang diambil untuk analisa dari 250 mL larutan contoh uji (mL)

64 adalah Berat Molekul (BM) SO_2

96 adalah Berat Molekul (BM) SO_4

Nilai V_s dapat dilihat dari perhitungan prosedur operasi standar pengambilan contoh uji SO_2 dalam gas buang sumber tidak bergerak.

4 Pengendalian mutu

- Lakukan tes kebocoran dengan tingkat kebocoran rangkaian pengambilan contoh uji tidak lebih dari 0,04 L/menit.
- Gunakan alat ukur, yang terkalibrasi atau terverifikasi.
- Posisi pengukuran berada pada posisi yang terhindar dari kemungkinan pengembunan, jarak antara lubang pengambilan contoh uji dengan botol penjerap sedekat mungkin.
- Pipa pengambilan contoh uji sebaiknya terbuat dari bahan yang tahan terhadap gas korosif yang terdapat dalam aliran gas (contohnya gas H_2S dan gas Cl_2).
- Sumbat ujung pipa dengan filter *glass wool* untuk menghindari bercampurnya partikulat (debu) yang terdapat dalam aliran gas dengan contoh uji gas.
- Gunakan larutan penjerap sebagai contoh uji (blanko) dan dikerjakan sesuai dengan penentuan contoh uji untuk mengetahui kontaminasi, baik terhadap pereaksi yang digunakan maupun terhadap tahap-tahap selama penentuan.
- Gunakan alat gelas bebas kontaminasi.
- Gunakan bahan kimia berkualitas p.a.
- Gunakan alat spektrofotometer yang terkalibrasi.

Lampiran A
(normatif)
Tekanan uap air jenuh

Tabel A.1 - Tekanan uap air jenuh

Tekanan uap air jenuh (mmHg)							
Suhu (°C)	Pv		ρ etanol	Suhu (°C)	Pv		ρ etanol
	0	5			0	5	
0	4,6	4,8	0,809	31	33,7	34,7	0,782
1	4,9	5,1	0,808	32	35,7	36,7	0,781
2	5,3	5,5	0,807	33	37,7	38,8	0,781
3	5,7	5,9	0,806	34	39,9	41,0	0,780
4	6,1	6,3	0,805	35	42,2	43,4	0,779
5	6,5	6,8	0,804	36	44,6	45,8	0,778
6	7,0	7,3	0,804	37	47,1	48,4	0,777
7	7,5	7,8	0,803	38	49,7	51,1	0,776
8	8,0	8,3	0,802	39	52,5	53,9	0,775
9	8,6	8,9	0,801	40	55,3	56,8	0,775
10	9,2	9,5	0,800	41	58,4	59,9	0,774
11	9,8	10,2	0,799	42	61,5	63,1	0,774
12	10,5	10,9	0,798	43	64,8	66,5	0,772
13	11,2	11,6	0,798	44	68,3	70,1	0,771
14	12,0	12,4	0,797	45	71,9	73,7	0,770
15	12,8	13,2	0,796	46	75,7	77,6	0,770
16	13,6	14,1	0,795	47	79,6	81,6	0,769
17	14,5	15,0	0,794	48	83,7	85,8	0,768
18	15,5	16,0	0,793	49	88,0	90,2	0,767
19	16,5	17,0	0,792	50	92,5	94,8	0,766
20	17,5	18,1	0,792	51	97,2	99,6	0,765
21	18,7	19,2	0,791	52	102,1	104,6	0,764
22	19,8	20,4	0,790	53	107,2	109,8	0,764
23	21,1	21,7	0,789	54	112,5	115,2	0,763
24	22,4	23,1	0,788	55	118,0	120,9	0,762
25	23,8	24,5	0,787	56	123,8	126,7	0,761
26	25,2	26,0	0,787	57	120,8	132,9	0,76
27	26,7	27,5	0,786	58	136,0	139,2	0,759
28	28,4	29,2	0,785	59	142,5	145,9	0,758
29	30,1	30,9	0,784	60	149,3	152,8	0,758
30	31,8	32,8	0,783				

Sumber : *Steam Table from Perry's Chemical Engineering Handbook. 1986*

Lampiran B
(informatif)
Hasil validasi metode

1. Linieritas kurva kalibrasi memiliki koefisien korelasi $r^2 = 0,999$.
2. Repeatibilitas antara pengulangan contoh uji adalah 4,52 %.
3. % *Recovery* untuk analisa antara 95-105.



Lampiran C
(normatif)
Pelaporan

Catat minimal hal-hal sebagai berikut pada lembar kerja:

- 1) Parameter yang dianalisis.
- 2) Nama analis.
- 3) Tanggal analisis.
- 4) Limit deteksi.
- 5) Rekaman kurva kalibrasi.
- 6) Data pengambilan contoh uji.
- 7) Data-data pendukung lapangan.
- 8) Hasil pengukuran blanko.
- 9) Hasil pengukuran contoh uji.
- 10) Kadar TRS dalam contoh uji.



Bibliografi

Kep-205/BAPEDAL/07/1996 tentang *Pedoman Teknis Pengendalian Pencemaran Udara Sumber Tidak Bergerak*, BAPEDAL

Perry. 1986. *Chemical Engineering Handbook*. Mc Graw - Hill. USA.

Method 16A – US EPA. Determination of Total Reduced Sulfur Emissions from Stationary Sources (Impinger Technique).

Japan Industrial Standard, JIS K 0103 Handbook 1999. Methods for determination of sulphur oxides in flue gas. Japan Standard Association.













BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.go.id